

Dimensionierung einer Klimaschutzreserve im Stromsektor zur Erreichung des 2020-Ziels

Philipp Litz, Dr. Patrick Graichen

Deutschland hat sich zum Ziel gesetzt, seine Treibhausgasemissionen bis 2020 um 40 Prozent gegenüber 1990 zu reduzieren. Ohne zusätzliche Anstrengungen wird dieses Ziel laut aktuellem Projektionsbericht jedoch um rund 7 Prozentpunkte bzw. 91 Mio. t verfehlt.¹ Um die Klimaschutzlücke zu schließen, hat die Bundesregierung im Dezember 2014 das „Aktionsprogramm Klimaschutz 2020“ verabschiedet, das für alle Sektoren zusätzliche Minderungsbeiträge definiert, die über die erwartete Emissionsentwicklung hinausgehen. 22 Mio. t dieser zusätzlichen Einsparungen sollen im Stromsektor eingespart werden.

Hinsichtlich der konkreten Umsetzung hat das Bundeswirtschaftsministerium im März 2015 mit dem Instrument des Klimabeitrags einen Regelungsvorschlag vorgelegt, der die vereinbarte Emissionsreduktion sicherstellen soll. Der Vorschlag ist Gegenstand anhaltend intensiver Diskussionen zwischen Energiewirtschaft, Gewerkschaften, Umweltorganisationen und Politik. Im Verlauf der Debatte wurde zum einen der ursprüngliche Umsetzungsvorschlag des Bundeswirtschaftsministeriums modifiziert, zum anderen legte im Juni 2015 die Gewerkschaft IG BCE zusammen mit dem BDI einen alternativen Regelungsvorschlag vor.

Der Vorschlag des gezielten Marktaustritts durch Überführung in eine Reserve bzw. die Stilllegung von Kraftwerkskapazitäten unterscheiden sich in ihrer Ausgestaltung und Wirkung signifikant von dem Instrument des Klimabeitrags. Im Folgenden soll daher die Wirkungsweise und die notwendige Dimensionierung derartiger Marktaustritte untersucht werden.

1 Diskutierte Umsetzungsvorschläge

Die verschiedenen Umsetzungsvorschläge setzen auf bestimmten Annahmen über die Business-as-usual-Entwicklung im Stromsektor bis 2020 auf:

- Die Unternehmensberatung Enervis hat im Rahmen der Studie „**Ein Kraftwerkspark im Einklang mit den Klimazielen**“ für Agora Energiewende eine Modellierung durchgeführt, die eine erwartete Referenzentwicklung des Stromsektors abbildet.² Darin wird für den Bereich der Stromerzeugung bis 2020 ohne weitere Klimaschutzmaßnahmen von einer Business-as-usual CO₂-Reduktion von 39 Mio. t gegenüber 2014 ausgegangen. Diese Emissionsminderung ergibt sich aus alters- und marktbedingten Stilllegungen von etwa 7,4 GW Kohlekraftwerkskapazitäten (22 Mio. t CO₂-Reduktion), sowie aus einer insgesamt geringeren Auslastung im fossilen

¹ vgl. BMUB (2015): Projektionsbericht 2015 gemäß Verordnung 525/2013/EU.

² vgl. Enervis (2015): Ein Kraftwerkspark im Einklang mit den Klimazielen. Handlungslücke, Maßnahmen und Verteilungseffekte bis 2020.

Kraftwerkspark insbesondere aufgrund der wachsenden Anteile der Erneuerbaren Energien und leicht steigender CO₂-Preise (17 Mio. t CO₂-Reduktion).

- Der **aktuelle Projektionsbericht der Bundesregierung** geht in der Referenz von einer ähnlichen Entwicklung aus.³ Durch den weiteren Zubau Erneuerbarer Energien sowie durch Effizienzmaßnahmen erfolgt im Stromsektor bis 2020 eine Reduktion der CO₂-Emissionen auf 312 Mio. t CO₂. Bei einem geschätzten Emissionsniveau von 357 Mio. t im Jahr 2014⁴ entspricht dies einer Minderung um 45 Mio. t CO₂, die ohne zusätzliche Klimaschutzmaßnahmen erwartet wird. Die Emissionsminderung geht dabei auch hier im Wesentlichen auf die alters- und marktbedingte Stilllegung von Kohlekraftwerkskapazitäten im Umfang von 7,8 GW zurück.

Aufbauend auf diesen Referenzentwicklungen liegen verschiedene Berechnungen vor, wie weitergehende Emissionsreduktionen im Stromsektor erzielt werden können:

- Enervis hat ein Szenario berechnet, in dem der Stromsektor einen proportionalen Beitrag zum 2020-Klimaschutzziel leisten würde, d.h. bis 2020 seine CO₂-Emissionen um 40% unter das Niveau von 1990 reduziert.⁵ Hierfür wäre laut Enervis über das Business-as-usual-Szenario hinaus eine weitere Minderung von 48 Mio. t im Jahr 2020 anzustreben. Enervis hat daher berechnet, wie viele Kohlekraftwerke abgeschaltet (oder in eine Reserve überführt) werden müssten, um das Ziel zu erreichen. Dabei ergibt sich die Abschaltreihenfolge aus so genannten CO₂-Vermeidungskosten. Konkret geht es um Kraftwerke, die bereits älter als 40 Jahre sind.
- Zur Umsetzung des Aktionsprogramms im Stromsektor hat das Bundeswirtschaftsministerium im März 2015 mit dem **Instrument des Klimabeitrags** einen entsprechenden Regelungsvorschlag vorgelegt.⁶ Demnach sollen für alle Kraftwerksblöcke altersabhängige Emissionsfreibeträge eingeführt werden. Wird der Freibetrag überschritten, müssen die Kraftwerksbetreiber für den weiteren Betrieb einen zusätzlichen Klimabeitrag in Form von zusätzlich abzugebenden CO₂-Zertifikaten aufbringen. In Reaktion auf die kritische öffentliche Diskussion wurde der Klimabeitrag im Mai 2015 modifiziert. Insbesondere wurde der Umfang dieser Klimaschutzmaßnahme von 22 auf 16 Mio. t reduziert. Die dadurch nicht erzielten Einsparungen sollen demnach insbesondere durch eine verstärkte Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) erbracht werden.
- Der vom Bundeswirtschaftsministerium vorgeschlagene Klimabeitrag wurde u.a. von der IG Bergbau, Chemie, Energie (IG BCE) kritisiert. Befürchtet wurden Strukturbrüche durch die wirtschaftlichkeitsbedingte Schließung von Braunkohlekraftwerken und als Folge daraus auch von Braunkohletagebauen. Daraufhin wurde Anfang Juni ein Alternativvorschlag der IG BCE zusammen mit dem BDI in die Diskussion eingebracht.⁷ Demnach sollen die zusätzlichen CO₂-Minderungen zur Hälfte auf Basis einer „**Kraftwerkreserve für Versorgungssicherheit und Klimaschutz**“ (11 Mio. t CO₂-

³ vgl. BMUB (2015)

⁴ Eigene Berechnung auf Basis BDEW (2015)

⁵ vgl. Enervis (2015)

⁶ vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2015): Der nationale Klimaschutzbeitrag der deutschen Stromerzeugung.

⁷ vgl. u.a. Frontier Economics (2015): Synopse – Effekte von Klimabeitrag, KVK und KWK-Ausbau.

Minderung) sowie einer noch deutlich stärkeren Förderung der KWK (11 Mio. t CO₂-Minderung) sichergestellt werden. Hinsichtlich der Kraftwerksreserve ist vorgesehen, dass Kohlekraftwerke für einen Zeitraum von vier Jahren in diese Reserve überführt und anschließend endgültig stillgelegt werden. In den Jahren 2017 bis 2019 soll die Reserve um jeweils 2 Gigawatt (GW) Leistung erhöht und somit auf 6 GW im Jahr 2019 und 2020 ausgebaut werden.

- Darüber hinaus werden **aktuell weitere Vorschläge** über die Ausgestaltung der notwendigen Klimaschutzmaßnahme diskutiert. Eine der vorgeschlagenen Optionen sieht dabei die Einführung einer Kraftwerksreserve ausschließlich für Braunkohlekraftwerke und im Umfang von 3,5 GW vor.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die erwarteten *business-as-usual* Entwicklungen sowie die aktuell diskutierten Varianten einer zusätzlichen Klimaschutzmaßnahme.

Aktuelle Business-as-usual Szenarien sowie diskutierte Klimaschutzmaßnahmen im Stromsektor

Tabelle 1

Vorschlag/ Szenario (Institution)	CO ₂ -Reduktion bis 2020 ohne weitere Maßnahmen	Zusätzliche CO ₂ -Reduktion bis 2020	Gesamte CO ₂ - Reduktion bis 2020	CO ₂ - Reduktion gegenüber 1990	Ausgestaltung der zusätzlichen Klimaschutzmaßnahme
Enervis ¹	39 Mio. t	50 Mio. t	89 Mio. t	40 Prozent	Zusätzliche Stilllegungen von Kohlekraftwerken im Umfang von 13,7 GW
Projektionsbericht (BReg)	45 Mio. t	-	45 Mio.	31 Prozent	-
Klimabeitrag (BMWi)	45 Mio. t	22 Mio. t	67 Mio. t	36 Prozent	Altersabhängige Emissions- freigrenze (3 Mio. t / GW), Klimabeitrag von 18-20 €/t ab Überschreitung der Freigrenze.
Modifizierter Klimabeitrag (BMWi) sowie erhöhte KWK- Förderung	45 Mio. t	16 Mio. t durch Klimaschutz- maßnahme, 4 Mio. t durch KWK, 2 Mio. t im Verkehrssektor)	65 Mio. t	36 Prozent	Altersabhängige Emissionsfreigrenze (3,8 Mio t / GW), Klimabeitrag wird indexiert an Strom- und CO ₂ -Preisentwicklung.
Kraftwerksreserve für Versorgungs- sicherheit und Klimaschutz sowie erhöhte KWK- Förderung (IG BCE und BDI)	Keine Angabe (vermutlich zwischen 39 - 45 Mio. t)	11 Mio. t durch Klimaschutzmaßn ahme, 11 Mio. t durch KWK	Keine Angabe (vermutlich zwischen 61 - 67 Mio. t)	36 Prozent	Ausschreibung von Kraftwerksreserve (KVK) neben dem Markt für jeweils 4 Jahre bis zur endgültigen Stilllegung von max. 6 GW in 2019 und 2020; zusätzliche Förderung der KWK
3,5 Gigawatt- Braunkohlereserve	Keine Angabe (vermutlich zwischen 39 - 45 Mio. t)	6 Mio. t durch Braunkohle- reserve (eigene Berechnung), 16 Mio. t durch übrige Maßnahmen	Keine Angabe (vermutlich zwischen 61 - 67 Mio. t)	33 Prozent	Kraftwerksreserve im Umfang von 3,5 GW Braunkohlekraftwerke

Eigene Darstellung

2 Wirkung einer Kohlekraftwerksreserve auf die CO₂-Emissionen

Im Gegensatz zum ursprünglichen BMWi-Vorschlag des Klimabeitrages sehen sowohl der aktuelle Gegenvorschlag von IGBCE/BDI als auch die von enervis für Agora Energiewende durchgeführte Studie den Vermeidungsbeitrag des Stromsektors insbesondere durch die Marktaustritte/Stilllegungen von Kraftwerkskapazitäten vor. Für die CO₂-Vermeidung spielt es dabei keine Rolle, ob die Kraftwerke übergangsweise neben den Markt in eine Reserve überführt oder gleich dauerhaft stillgelegt werden.

Die Einführung einer Reserve als zusätzliches Klimaschutzinstrument stellt jedoch eine grundsätzlich andere Herangehensweise als der Klimabeitrag dar. Insbesondere die Frage der konkreten Ausgestaltung sowie der Umfang der Reserve sind hier von entscheidender Bedeutung: Soll mit Hilfe einer Reserve ein zusätzlicher CO₂-Minderungsbeitrag erbracht werden, so ist es dabei systematisch nicht möglich, dass hierfür ausschließlich Kraftwerkskapazitäten herangezogen werden, deren Marktaustritt nicht bereits in der entsprechenden Referenzentwicklung erwartet wird. Vielmehr ist davon auszugehen, dass im Rahmen einer solchen Regelung auch Kraftwerke zum Zug kommen, deren alters- oder marktbedingte Stilllegung bereits in der entsprechenden Referenzentwicklung feststand. Zwar kann dieser Effekt durch entsprechende Präqualifikationskriterien teilweise abgefedert werden.⁸ Um einen zusätzlichen CO₂-Minderungseffekt zu erzielen, muss dieser Umstand bei der Ausgestaltung der Kapazitätsreserve jedoch berücksichtigt werden. Sie muss entsprechend größer dimensioniert werden.

Um diese Effekte zu quantifizieren, wird im Folgenden auf die Modellierung für die enervis-Studie „Ein Kraftwerkspark im Einklang mit den Klimaschutzzielen“ im Auftrag von Agora Energiewende rekurriert. Das dort modellierte Business-as-usual-Szenario ermöglicht es, die erwarteten alters- und wirtschaftlichkeitsbedingten Kraftwerksstilllegungen bis 2020 sowie die insgesamt erwartete CO₂-Vermeidung abzuschätzen.

Anhand weiterer aktueller, statischer Berechnungen durch enervis wurde zudem abgeleitet, wie viel Kraftwerksleistung in eine Reserve überführt werden müsste, um einen bestimmten Vermeidungsbeitrag (z.B. 11, 16 oder 22 Mio. t entsprechend der aktuell diskutierten Vorschläge) zu erreichen. Flankierend wurde ermittelt, zu welcher CO₂-Vermeidung eine Reserve im Umfang von 3,5 GW führen würde.

Weiterhin wird den Berechnungen der notwendige Marktaustritt von Kohlekraftwerkskapazitäten gegenübergestellt, wenn ein sektorales 40-Prozent-Ziel sichergestellt werden soll. Dabei handelt es sich um das Klimaschutzzszenario der oben genannten enervis-Studie, in dem ab dem Jahr 2017 bis 2020 entlang einer CO₂-Vermeidungskostenkurve iterativ Kraftwerksstilllegungen durchgeführt werden.

⁸ So schlägt die IGBCE etwa vor, bei Einführung einer solchen Kraftwerksreserve alle Kraftwerke auszuschließen, die bei der Bundesnetzagentur ihre geplante Stilllegung bereits angezeigt haben. Auch hier muss jedoch angemerkt, dass diese Liste nur einen geringen Teil der in den Business-as-usual Szenarien erwarteten Marktaustritte abdeckt.

3 Ergebnis

Die aktuell diskutierten Vorschläge wurden von enervis über statische Berechnungen entlang der Fragestellung bewertet, wie groß die jeweilige Klimaschutzmaßnahme dimensioniert sein muss, um das jeweils angestrebte Emissionsminderungsziels zu erreichen (s Abb. 1).⁹

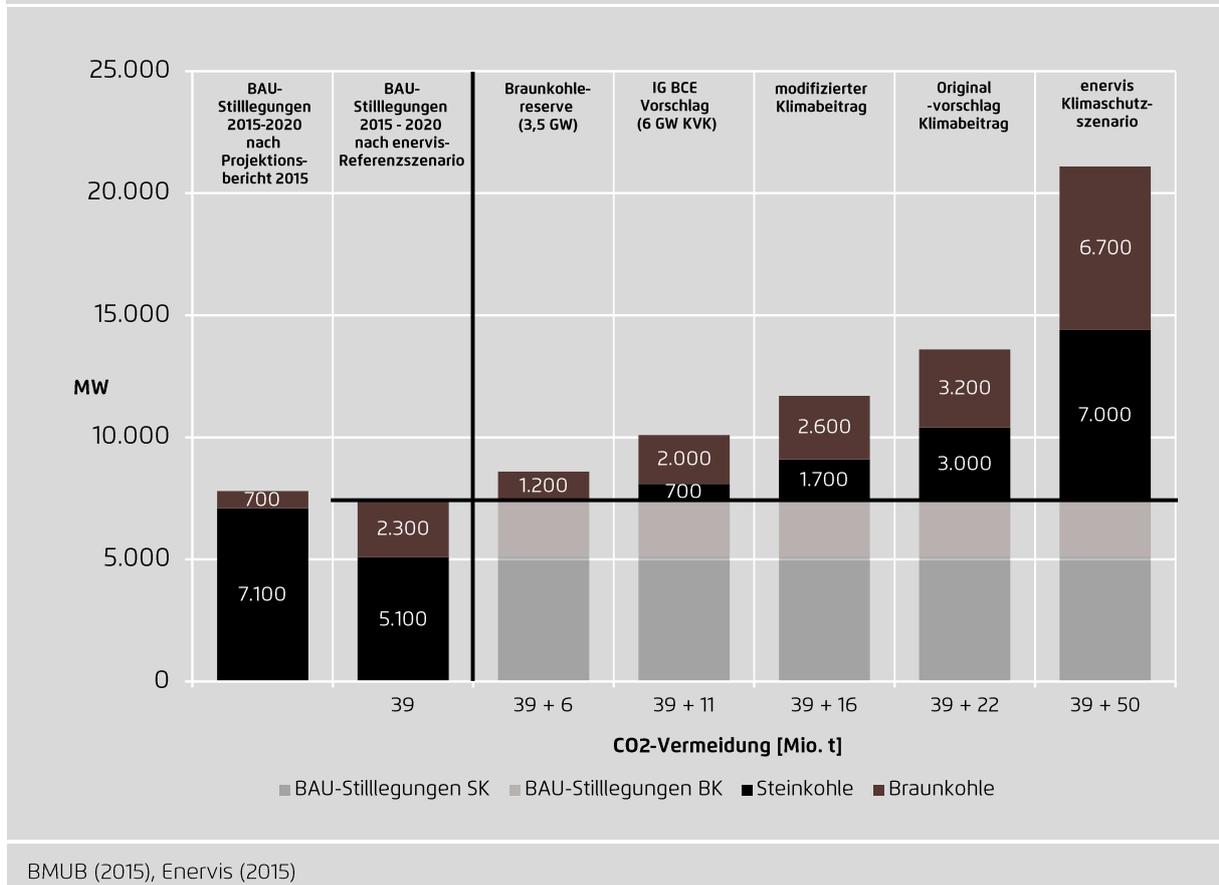
- Im Business-as-usual-Szenario (BAU-Szenario) von enervis wird bis 2020 die Stilllegung von Kohlekraftwerken im Umfang von 7,4 GW (2,3 GW Braunkohle / 5,1 GW Steinkohle) erwartet. Im Rahmen des BAU-Szenarios ist dabei von einer Gesamt-CO₂-Minderung um 39 Mio. t auszugehen.¹⁰
- Gegenüber dem enervis-BAU-Szenario, in dem bereits rund 2,3 GW Braunkohlekapazitäten stillgelegt werden, führt die Einführung einer Braunkohlereserve im Umfang von 3,5 GW zu einer Nettostilllegung von rund 1,2 GW. Diese hätte eine zusätzliche CO₂-Vermeidung von rund 6 Mio. t zur Folge.
- Sollen, wie von IG BCE/BDI vorgeschlagen, 11 Mio. t CO₂-Minderung durch eine Kraftwerksreserve erfolgen, wären hierfür zusätzliche Marktaustritte im Umfang von 2,7 GW notwendig (2 GW Braunkohle / 0,7 GW Steinkohle). Unter Berücksichtigung der enervis-BAU-Entwicklung entspräche dies einer Gesamtdimensionierung einer Reserve in Höhe von 10 GW (4,3 GW Braunkohle / 5,8 GW Steinkohle).
- Zur Vermeidung von 16 Mio. t CO₂ zusätzlich zum Business-as-usual-Fall wären Marktaustritte im Umfang von 4,3 GW notwendig (2,6 GW Braunkohle / 1,7 GW Steinkohle), d.h. - unter Berücksichtigung der enervis-BAU-Entwicklung (4,9 GW Braunkohle / 6,8 GW Steinkohle)- eine Gesamt-Reserve in Höhe von 11,7 GW Kohlekraftwerkskapazität.
- Zur Erreichung einer zusätzlichen Minderung von 22 Mio. t CO₂ wie vom Bundeswirtschaftsministerium in seinem ursprünglichen Klimabeitrag angestrebt und von der Bundesregierung im Rahmen des Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 beschlossen, wären Marktaustritte von 6,2 GW zusätzlich zur BAU-Entwicklung notwendig (3,2 GW Braunkohle / 3 GW Steinkohle). Inklusive der BAU-Entwicklung entspräche dies einer Reserve in Höhe von 13,6 GW (5,5 GW Braunkohle / 8,1 GW Steinkohle).
- Sollte im Stromsektor eine sektorale Zielerreichung von minus 40 Prozent erreicht werden, wäre hierfür der zusätzliche Marktaustritt von rund 13,7 GW (7,0 GW Braunkohle / 6,7 GW Steinkohle) notwendig.

⁹ Bei der hier getroffenen Einschätzung ist zu berücksichtigen, dass diese auf Basis der von enervis modellierten BAU-Entwicklung bewertet wurden. Diese weist mit der Modellierung des Projektionsberichts in Summe eine hohe Übereinstimmung auf und geht von einem nahezu identischen Kapazitätsrückbau bei Kohlekraftwerken (7,8 GW bzw. 7,4 GW bis 2020) aus. Es gibt hingegen leichte Verschiebungen innerhalb der Zusammensetzung aus Braun- und Steinkohlekraftwerken, die v.a. auf unterschiedlichen Annahmen der technischen Laufzeiten von Braunkohlekraftwerken ohne größere Retrofit-Maßnahmen beruhen (enervis: 50 Jahre, Projektionsbericht: 55 Jahre).

¹⁰ Rund 22 Mio. t sind dabei direkt auf den Marktaustritt von Kraftwerken zurückzuführen. Die übrigen Emissionsminderungen gehen im Wesentlichen auf weitere Faktoren wie CO₂-Preisentwicklung oder den Ausbau der Erneuerbaren Energien zurück.

Vergleichende Darstellung der CO₂-Vermeidungseffekte durch Marktaustritt von Kohlekraftwerken

Abbildung 1



¹¹ Das Klimaschutzszenario der Enervis-Modellierung stellt auf die zusätzliche Vermeidung von 48 Mio. t CO₂ ab. Dazu ist der zusätzliche Marktaustritt von den hier dargestellten 13,7 GW an Kohlekraftwerkskapazitäten notwendig. Da die CO₂-Vermeidung auf Basis iterativer, blockweiser Marktaustritte modelliert wird, kommt es im Klimaschutzszenario zu einer leichten Übererfüllung des Zielwertes um 2 Mio. t auf insgesamt 50 Mio. t. Hintergrund ist der Marktaustritt eines größeren Kraftwerksblocks. Sollen exakt 48 Mio. t vermieden werden, entspräche dies statistisch betrachtet dem Marktaustritt von 13,1 GW.

4 Fazit

Eine Reserve aus alten Kohlekraftwerken zu bilden, ist grundsätzlich eine mögliche Alternative zum Konzept des Klimaschutzbeitrags, um zusätzliche CO₂-Minderungen im Kraftwerkssektor zu erhalten. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass diese immer auch Kraftwerke enthalten werden, die ohnehin stillgelegt worden wären.

Da hinsichtlich der Teilnahme an einer Kraftwerksreserve jedoch nicht zwischen Kraftwerken differenziert werden kann, die ohnehin stillgelegt worden wären und Anlagen, die aufgrund der Versorgungssicherheitsreserve ihre Stilllegung beantragen, muss der Umfang der Reserve diesen Umstand berücksichtigen und entsprechend größer ausgelegt werden.

Sowohl im hier zugrunde gelegten enervis-Business-as-usual-Szenario als auch im Referenz-Szenario des Projektionsberichts der Bundesregierung wird bis 2020 eine Stilllegung von 7,4 bis 7,8 GW an Kohlekraftwerkskapazitäten erwartet, wobei der größte Teil hiervon aus Steinkohlekraftwerken besteht. Eine Kraftwerksreserve, die zusätzliche CO₂-Minderungen generieren soll, sollte daher auf Braunkohlekraftwerke fokussiert sein. Sie benötigt einen Umfang von vier bis sechs Gigawatt, um nennenswerte zusätzliche CO₂-Minderungen zu bewirken.